

Photoreceptor array for optical encoder, has photoreceptors formed from semiconductor layer buried in trenches formed on insulating layer**Patent number:** DE10129334**Publication date:** 2002-01-31**Inventor:** AOKI TOSHIHIKO (JP)**Applicant:** MITUTOYO CORP (JP)**Classification:****- international:** *G01D5/38; H01L27/146; G01D5/26; H01L27/146;*
(IPC1-7): H01L27/144; G01D5/38**- european:** H01L27/146V10; G01D5/38; H01L27/146F**Application number:** DE20011029334 20010619**Priority number(s):** JP20000186800 20000621**Also published as:**

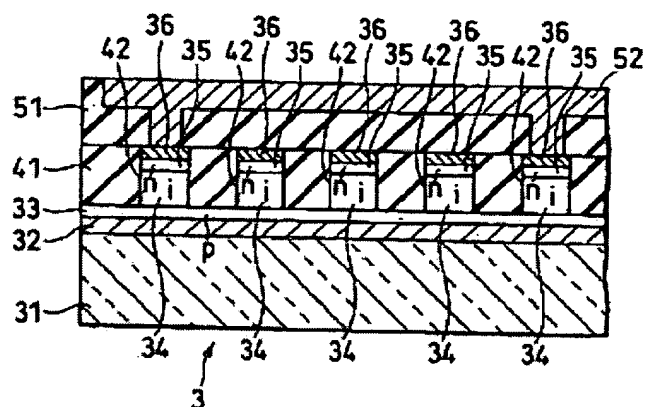
US2001054712 (A1)

JP2002009328 (A)

GB2368724 (A)

Report a data error here**Abstract of DE10129334**

An insulating layer (41) having trenches, is formed on a transparent substrate. Multiple photoreceptors formed from semiconductor layers, are buried in the trenches. An output signal line is formed on the photoreceptors via an interlayer insulator. Independent claims are also included for the following: (a) Optical encoder; (b) Method of manufacturing photoreceptor array



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 29 334 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 01 L 27/144
G 01 D 5/38

②① Aktenzeichen: 101 29 334.8
②② Anmeldetag: 19. 6. 2001
④③ Offenlegungstag: 31. 1. 2002

DE 101 29 334 A 1

③① Unionspriorität:
00-186800 21. 06. 2000 JP

⑦① Anmelder:
Mitutoyo Corp., Kawasaki, Kanagawa, JP

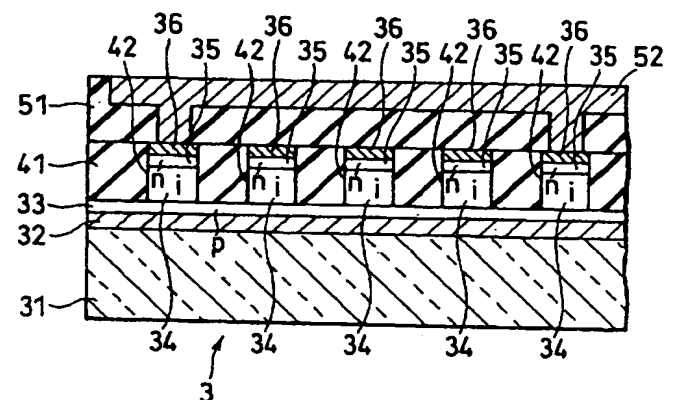
⑦④ Vertreter:
Hoffmann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82166
Gräfelfing

⑦② Erfinder:
Aoki, Toshihiko, Kawasaki, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Lichtempfangsanordnung, Verfahren zur Herstellung der Anordnung, und die Anordnung verwendender optischer Encoder

⑤⑦ Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Lichtempfangsanordnung mit ausgezeichneten Elementeigenschaften und ohne Kurzschlußfehler zwischen benachbarten Lichtempfangselementen zu schaffen sowie eine Verfahren zur Herstellung solch einer Lichtempfangsanordnung mit hoher Ausbeute zu schaffen. Auf einem transparenten Substrat (31) werden eine transparente Elektrode (32) und eine p-leitende amorphe Siliciumschicht (33) ausgebildet. Eine Isolierschicht (41) wird darauf zur Bildung eines Grabens (42) ausgebildet. In dem Graben (42) werden eine i-leitende amorphe Siliciumschicht (34), eine n-leitende amorphe Siliciumschicht (35) und eine n-seitige Elektrode (36) der Reihe nach zur Bildung der Lichtempfangsanordnung vergraben.



DE 101 29 334 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtempfangsanordnung, die bei einem optischen Encoder einsetzbar ist, und ein Verfahren zur Herstellung derselben.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Ein kleiner optischer Encoder kann einen Sensorkopf enthalten, der von einer Anordnung von Lichtempfangselementen Gebrauch macht, die zugleich als Indexgitter dienen. Diese Lichtempfangsanordnung kann vierphasige Versatzsignale liefern, wenn vier Lichtempfangselemente in einem Satz angeordnet sind mit einem Rastermaß von $(2n-1)\lambda/4$, wobei λ das Rastermaß von Skalengittern ist und n eine positive ganze Zahl ist.

[0003] Eine derartige Lichtempfangsanordnung kann aus Fotodioden hergestellt werden, die in einem einkristallinen Siliciumsubstrat ausgebildet sind. Dabei ist jedoch das Übersprechen zwischen über das Substrat aneinander angrenzenden Lichtempfangselementen umso größer, je kleiner das Rastermaß der Anordnung der Lichtempfangselemente ist. Zur Herstellung einer Lichtempfangsanordnung ohne solch ein Übersprechen ist es wünschenswert, Fotodioden unter Verwendung von amorphem Silicium auf einem isolierenden Substrat derart auszubilden, daß die einzelnen Fotodioden voneinander isoliert sind. Eine Anordnung von PIN-Fotodioden erhält man, wenn man auf dem isolierenden Substrat p-, i- und n-leitendes amorphes Silicium aufeinanderanschichtet und anschließend ätzt.

[0004] Wenn der Zwischenraum zwischen PDs (Fotodioden) nicht mehr als $4\text{ }\mu\text{m}$ oder noch weniger beträgt, dann führt das Verfahren der Herstellung einer PD-Anordnung durch Ätzen von amorphen Siliciumschichten zu einer Vergrößerung des Seitenverhältnisses, führt leicht zu Ätzrückständen und bewirkt Kurzschlußfehler zwischen benachbarten PDs. Ein Trockenätzverfahren, etwa ein Plasmaätzverfahren, kann für das feine Ätzen von amorphem Silicium eingesetzt werden. Dieses Ätzverfahren fügt PDs oft Schäden zu und diffundiert Verunreinigungen von den Seitenwänden in die PDs. Aus diesen Gründen läßt sich mit dem herkömmlichen Verfahren weder eine gute PD-Eigenschaft noch eine hohe Ausbeute erzielen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Lichtempfangsanordnung mit hervorragender Elementeigenschaft und ohne Kurzschlußfehler zwischen benachbarten Lichtempfangselementen zu schaffen, sowie ein Verfahren zur Herstellung solch einer Lichtempfangsanordnung mit hoher Ausbeute zu schaffen.

[0006] Die vorliegende Erfindung stellt eine Lichtempfangsanordnung bereit, die umfaßt: ein Substrat; eine auf dem Substrat ausgebildete Isolierschicht, in der zum Vergraben von Elementen eine Mehrzahl von Gräben ausgebildet ist; eine Mehrzahl von Lichtempfangselementen, die aus Halbleiterschichten gebildet sind, die in den einzelnen Gräben der Isolierschicht vergraben sind; und eine Ausgangssignalleitung, die unter Zwischenlage eines Zwischenschichtisolators auf der Mehrzahl der Lichtempfangselemente ausgebildet ist.

[0007] Die Erfindung stellt außerdem ein Verfahren der Herstellung einer Lichtempfangsanordnung bereit, das die

Schritte umfaßt: Bereitstellen eines Substrats; Ausbilden einer Isolierschicht auf dem Substrat; Ausbilden einer Mehrzahl von Gräben in der Isolierschicht; Ausbilden einer Mehrzahl von Lichtempfangselementen aus Halbleiterschichten, die in jedem der Gräben der Isolierschicht vergraben werden; und Ausbilden einer Ausgangssignalleitung auf der Mehrzahl von Lichtempfangselementen unter Zwischenlage eines Zwischenschichtisolators.

[0008] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Lichtempfangsanordnung aus den Halbleiterschichten gebildet, die in den Gräben in der Isolierschicht auf dem Substrat vergraben sind. Daher können benachbarte Lichtempfangselemente in der Anordnung zuverlässig voneinander isoliert werden ohne das Problem, daß ein Kurzschlußfehler zwischen ihnen verursacht wird. Demzufolge kann eine Anordnung von Lichtempfangselementen mit einem feinen Rastermaß mit ausgezeichneter Elementeigenschaft und hoher Ausbeute erhalten werden.

[0009] Bei einer Ausführungsform kann das Substrat ein transparentes Substrat sein. Außerdem kann die Lichtempfangsanordnung ferner eine transparente Elektrode aufweisen, die zwischen dem transparenten Substrat und der Isolierschicht gebildet ist und als eine untere Elektrode gemeinsam für die Mehrzahl von Lichtempfangselementen dient. Bei dieser Lichtempfangsanordnung dient die Rückseite des Substrats als Lichtempfangsfläche. Wenn die Lichtempfangselemente obere Elektroden aufweisen, die jeweils aus einer transparenten Elektrode bestehen, dann können die oberen Elektroden dazu eingesetzt werden, Licht von oben zu empfangen. Bei dieser Lichtempfangsanordnung braucht das Substrat nicht transparent zu sein, und die untere Elektrode kann eine metallische Elektrode sein.

[0010] Vorzugsweise kann die Mehrzahl der Lichtempfangselemente obere Elektroden aufweisen, die jeweils mit dem Graben selbst ausgerichtet und in diesem vergraben sind. Dies kann Kurzschlußfehler zwischen Lichtempfangselementen verhindern, und zwar im Gegensatz zu dem Fall, wo die oberen Elektroden zum Zweck der Musterbildung geätzt werden.

[0011] Bei einer Ausführungsform kann es sich bei dem Lichtempfangselement um eine PIN- oder eine PN-Fotodiode (PD) handeln. In diesem Fall können die p-leitenden Schichten der Mehrzahl von PDs als eine einzige und gemeinsame p-leitende Schicht kontinuierlich auf der gemeinsamen unteren Elektrode ausgebildet werden. Eine i-leitende Schicht und eine n-leitende Schicht werden in jedem Graben ausgebildet und vergraben.

[0012] Die vorliegende Erfindung stellt ferner einen optischen Encoder bereit, der eine Skala aufweist, auf dem optische Gitter (Gitterlinien) längs einer Meßachse ausgebildet sind; und einen Sensorkopf, der eine Lichtempfangsanordnung zur Erfassung von Verschiebungen der Skala zur Lieferung einer Mehrzahl von Verschiebungssignalen mit unterschiedlichen Phasen aufweist. Die Lichtempfangsanordnung enthält ein Substrat; eine untere Elektrode, die auf dem Substrat ausgebildet ist; eine auf dem Substrat ausgebildete Isolierschicht, in der zum Vergraben von Elementen eine Mehrzahl von Gräben ausgebildet ist; eine Mehrzahl von Lichtempfangselementen, die aus Halbleiterschichten gebildet sind, die in jedem der Gräben der Isolierschicht vergraben sind, wobei die Mehrzahl von Lichtempfangselementen je eine darauf ausgebildete obere Elektrode aufweist; und eine Ausgangssignalleitung, die unter Zwischenlage eines Zwischenschichtisolators auf der Mehrzahl von Lichtempfangselementen ausgebildet ist.

[0013] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein optischer Encoder hoher Leistungsfähigkeit mit einer feinen Skalenteilung erhalten werden.

[0014] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung ihrer bevorzugten Ausführungsformen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] Die vorliegende Erfindung wird besser verständlich aus der folgenden detaillierten Beschreibung im Zusammenhang mit den begleitenden Zeichnungen, in denen:

[0016] Fig. 1 eine Anordnung eines optischen Reflexions-Encoders zeigt, der eine Lichtempfangsanordnung der vorliegenden Erfindung verwendet,

[0017] Fig. 2 eine Anordnung eines optischen Transmissionsencoders zeigt, der eine Lichtempfangsanordnung der vorliegenden Erfindung verwendet,

[0018] Fig. 3A eine Draufsicht auf eine Anordnung einer Lichtempfangsanordnung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

[0019] Fig. 3B eine Querschnittsansicht längs der Linie A-A' in Fig. 3A ist,

[0020] Fig. 4 bis 14 Querschnittsansichten sind, die Verfahrensschritte der Herstellung der Lichtempfangsanordnung zeigen; und

[0021] Fig. 15 eine Querschnittsansicht einer anderen Lichtempfangsanordnung ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0022] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0023] Die Fig. 1 und 2 zeigen Anordnungen optischer Encoder, die eine Lichtempfangsanordnung der vorliegenden Erfindung einsetzen. Fig. 1 zeigt einen optischen Reflexionsencoder, und Fig. 2 zeigt einen optischen Transmissionsencoder. Die optischen Encoder weisen beide eine Skala 1 mit optischen Gittern bzw. Gitterlinien 11 auf, die darauf mit einem bestimmten Rastermaß λ längs einer Meßachse x ausgebildet sind, sowie einen Sensorkopf 2, der der Skala 1 gegenüberliegt und relativ zu ihr beweglich ist, um die optischen Gitterlinien zu lesen.

[0024] Der Sensorkopf 2 enthält eine Lichtquelle, etwa eine LED 21, Indexgitter 22 zur Modulation einer Lichtausgabe von der Lichtquelle zur Bestrahlung der Skala 1 und eine Lichtempfangsanordnung 3 zum Empfang von Licht von der Skala 1. Die Lichtempfangsanordnung 3 enthält PIN- (oder PN-) -Fotodioden (PD) aus amorphem Silicium, die auf einem transparenten Substrat 31 aufgereiht sind. Die PDs sind auf der Fläche des transparenten Substrats 31 ausgebildet, die der der Skala 1 zugewandten Fläche entgegengesetzt ist. Somit erfaßt die Lichtempfangsanordnung 3 Licht, welches durch das transparente Substrat 31 eintritt.

[0025] Die Fig. 3A bis 3B sind eine Draufsicht auf eine Ausführungsform der Lichtempfangsanordnung 3 bzw. eine Querschnittsansicht derselben längs einer Linie A-A'. Das transparente Substrat 31 ist beispielsweise ein Glassubstrat. Auf dem transparenten Substrat 31 ist eine transparente Elektrode 32 ausgebildet, die als eine untere Elektrode (p-seitige Elektrode) gemeinsam für die Lichtempfangsanordnung 3 dient. Auf der transparenten Elektrode 32 ist eine p-leitende amorphe Siliciumschicht 33 (nachfolgend einfach als p-Schicht bezeichnet) ausgebildet, die als eine Anodenschicht gemeinsam für die Lichtempfangsanordnung 3 dient. Die transparente Elektrode 32 umfaßt einen Film aus einem transparenten leitenden Material ausgewählt unter ITO, SnO_2 , ZnO und dergleichen.

[0026] Eine Isolierschicht 41 ist auf der p-Schicht 33 über

dem Substrat ausgebildet. Die Isolierschicht 41 besitzt schmale, lange, rechteckförmige Gräben 42, die in ihr mit einem bestimmten Rastermaß von beispielsweise $3\lambda/4$ ausgebildet sind, wobei λ die Skalenteilung ist. Jeder Graben 42 wird dazu verwendet, eine PD zu vergraben. Ein Teil der tatsächlich in einem jeweiligen Graben 42 angeordneten PD enthält eine i-leitende amorphe Siliciumschicht 34 (nachfolgend einfach i-Schicht bezeichnet). Der Teil enthält außerdem eine n-leitende amorphe Siliciumschicht 35 (nachfolgend einfach als n-Schicht bezeichnet) als eine Kathodenschicht, die auf die i-Schicht 34 geschichtet ist, sowie eine obere Elektrode (n-seitige) Elektrode 36, die die n-Schicht 35 kontaktiert. Somit ist jede PD in dem Graben 42 selbst ausgerichtet, und zwar von einer fotoelektrischen Wandschicht bis zu einer oberen Elektrode, und ist in dem jeweiligen Graben 42 vergraben und ausgebildet.

[0027] Ein Zwischenschichtisolator 51 ist auf der Isolierschicht 41 ausgebildet, die die darin vergrabenen PDs enthält. Ausgangssignalleitungen 42 sind auf dem Zwischenschichtisolator 51 ausgebildet und mit der n-seitigen Elektrode jeder PD verbunden. Vier Signalleitungen 42 sind zum Erhalt von vierphasigen Ausgangssignalen mit den Phasen A, BB, AB und B vorgesehen, wie in Fig. 3A gezeigt. Sie kontaktieren die n-seitige Elektrode 36 entsprechender PDs über Kontaktlöcher 54.

[0028] Verfahrensschritte zur Herstellung der Lichtempfangsanordnung 3 werden unter Verwendung der Querschnitte der Fig. 4 bis 14 beschrieben, die dem Querschnitt von Fig. 3B entsprechen. Als erstes wird, wie in Fig. 4 gezeigt die transparente Elektrode 32 über der gesamten Fläche des transparenten Substrats 31 ausgebildet, wonach über der transparenten Elektrode 32 die p-Schicht 33 ausgebildet wird. Anschließend wird darauf gemäß Darstellung in Fig. 5 die Isolierschicht 41 abgeschieden. Die Isolierschicht 41 hat einen speziellen Schichtaufbau mit einem dicken Film 41a aus Siliciumoxid (SiO_2), der durch CVD gebildet wird, und einen dünnen Film 41b aus Siliciumnitrid (Si_3N_4), der durch Plasma-CVD gebildet wird.

[0029] Als nächstes werden gemäß Darstellung in Fig. 6 die Gräben 42 in der Isolierschicht 41 ausgebildet. Genauer gesagt wird durch Lithographie ein Resistmuster hergestellt, dann die Siliciumnitridschicht 41b durch RIE geätzt und die Siliciumoxidschicht 41a durch REI unter Verwendung eines anderen Gases geätzt. Wenn dabei ein bedingt großes selektives Ätzverhältnis gegenüber Siliciumnitrid eingesetzt wird, wenn das Siliciumoxid 41a geätzt wird, dient das Siliciumnitrid 41b als Ätzmaske. Als Folge kann das dicke Siliciumoxid 41a zur Bildung der Gräben 42 mit vertikalen Seitenwänden geätzt werden.

[0030] Danach wird gemäß Darstellung in Fig. 7 darauf die i-Schicht 34 abgeschieden. Die i-Schicht 34 wird dann einer Planarisierung durch CMP (chemisch-mechanisches Polieren) ausgesetzt, um in den Gräben 42 vergraben zu werden, wie in Fig. 8 gezeigt. Weiterhin wird die i-Schicht 34 einer Ausnehmungsätzung durch Trocken- oder Naßätzen unterzogen, um eine bestimmte Ausnehmungsstufe über der i-Schicht 34 herzustellen, die in dem Trench 42 vergraben ist, wie in Fig. 9 gezeigt.

[0031] Anschließend wird die n-Schicht 35 darauf abgeschieden, wie in Fig. 10 gezeigt. Die n-Schicht 35 wird dann einer CMP-Planarisierung und einer Ausnehmungsätzung unterzogen, um eine n-Schicht 35 zu erhalten, die in den Gräben 42 bis hinauf zu einer bestimmten Ausnehmungsstufe vergraben ist, wie in Fig. 11 gezeigt.

[0032] Dann wird gemäß Darstellung in Fig. 12 die n-seitige Elektrode (metallische Elektrode) 36 in den Gräben 42 vergraben und so ausgebildet, daß sie die jeweils benachbarte n-Schicht 35 kontaktiert. Dieser Prozeß des Vergra-

bens der n-seitigen Elektrode 36 wird ebenfalls durch Abscheiden und Planarisieren eines Metallfilms ausgeführt.

[0033] Als nächstes wird, wie in Fig. 13 gezeigt, der Zwischenschichtisolator 51 durch CVD abgeschieden. Bei dieser Ausführungsform weist der Zwischenschichtisolator 51 zur Bildung von Kontakten der Signalleitungen mit PDs durch die Doppel-DAMASCENE-Technologie einen Stapelaufbau bestehend aus Schichten aus Siliciumoxid 51a, Siliciumnitrid 51b und Siliciumoxid 51c auf.

[0034] Für den Stapel-Zwischenschichtisolator 51 wird gemäß Darstellung in Fig. 14 eine Nut 53 zum Vergraben einer Leitung und eines Kontaktlochs 54 ausgebildet. Ein Metall wird in der Nut 53 und im Kontaktloch 54 vergraben, um die Ausgangssignalleitung 52 zu bilden, wie sie in Fig. 3B gezeigt ist. Die Ausgangssignalleitung 52 kann bedarfsweise mit einem Passivierungsfilm bedeckt werden.

[0035] Wie oben beschrieben, kann gemäß der vorliegenden Erfindung die Lichtempfangsanordnung aus amorphem Silicium hergestellt werden, wobei jedoch die einzelnen Lichtempfangselemente zuverlässig voneinander isoliert sind. Lediglich das Ausnehmungsätzen wird eingesetzt, um die Oberfläche des amorphem Siliciums leicht zu entfernen, nachdem es in den Gräben vergraben wurde. Ein Naßätzen kann zum Ausnehmungsätzen eingesetzt werden, um die dem amorphen Silicium zugefügten Schäden zu verringern. Somit kann eine Anordnung oder Matrix von Lichtempfangselementen mit einem kleinen Rastermaß hergestellt werden, die ausgezeichnete Eigenschaft aufweist und beispielsweise frei von Übersprechen ist.

[0036] Es ist bei der vorliegenden Erfindung besonders wichtig, daß ein Teil eines Lichtempfangselements von einer fotoelektrischen Wandlerschicht bis zur n-leitenden Schicht 35 und der n-seitigen Elektrode 36 zur Lieferung von Ausgangssignalen unterschiedlicher Phasen in dem Graben 42 vergraben ist, um eine zuverlässige Isolation von anderen Lichtempfangselementen zu bewirken. Dieser Aufbau kann Übersprechen verhindern, das anderenfalls unter den Ausgangssignalen verschiedener Phasen auftritt.

[0037] Solch eine Lichtempfangsanordnung kann zum Aufbau eines optischen Encoders mit hoher Leistungsfähigkeit eingesetzt werden. Wie in den Fig. 1 und 2 gezeigt, liegt die Lichtempfangsanordnung 3 im Sensorkopf 2 nicht direkt der Skala 1 gegenüber, so daß das Problem einer Beschädigung von Verunreinigung durch Kontakt mit der Skala 1 nicht besteht.

[0038] Bei der obigen Ausführungsform ist das Substrat ein transparentes Substrat und die Lichtempfangsanordnung so aufgebaut, daß sie Licht durch das Substrat empfängt. Statt dessen kann die Lichtempfangsanordnung auch so aufgebaut sein, daß sie Licht von oberhalb der Lichtempfangselemente empfängt, die in den Gräben in einer Isolierschicht ausgebildet sind.

[0039] Fig. 15 zeigt einen Querschnittsaufbau, der Fig. 3B entspricht, einer Lichtempfangsanordnung 3a entsprechend solch einer Ausführungsform. Das Substrat 31a braucht im Gegensatz zum Fall von Fig. 3B nicht transparent zu sein. Eine metallische Elektrode wird als untere Elektrode 32a gemeinsam für die PDs eingesetzt. Auf der anderen Seite wird eine transparente Elektrode als obere Elektrode 36a für die einzelnen PDs verwendet. Die Verfahrensschritte sind die gleichen wie bei der vorherigen Ausführungsform.

[0040] Bei dieser Ausführungsform ist eine Signalleitung zum Anschluß an die einzelnen oberen Elektroden 36a in Fig. 15 weggelassen. Sie kann jedoch eine Kante der oberen Elektrode 36a kontaktieren und von dort, soweit möglich, ohne die Oberfläche der PD zu bedecken, gezogen sein. Die Lichtempfangsanordnung dieser Ausführungsform ist in

ähnlicher Weise anwendbar bei einem optischen Encoder, wobei jedoch im Gegensatz zu den Fig. 1 und 2 die Fläche, auf der die PDs ausgebildet sind, der Skala zugewandt sein muß.

[0041] Die vorliegende Erfindung ist nicht beabsichtigt, auf die obigen Ausführungsformen beschränkt zu sein. Beispielsweise können auch andere fotoelektrisch wandelnde Halbleiter wie ZnSe und CdSe eingesetzt werden, obwohl bei den obigen Ausführungsformen amorphes Silicium für die Halbleiterschichten eingesetzt wird.

[0042] Außerdem kann anders als die p-Schicht bei den obigen Ausführungsformen, die gemeinsam für alle PDs verwendet wird, eine p-Schicht gesondert in jedem Graben vergraben werden. Weiterhin wird bei den obigen Ausführungsformen zur Bildung einer PD eine Stapelreihenfolge von p-, i- und n-Schichten eingesetzt, obwohl diese Reihenfolge umgekehrt werden kann. In diesem Fall wären Ausgangssignalleitungen unterhalb der Isolierschicht 41 zu bilden.

[0043] Eine Planarisierung kann durch Ätzen wie Trocknenätzen oder Naßätzen ausgeführt werden, während sie bei den obigen Ausführungsformen durch CMP durchgeführt wird. In Fig. 1 wird ein Lichtstrahl schräg in die Skala 1 eingeleitet, obwohl ein Reflexionsencoder mit Vertikaleintritt geschaffen werden kann, wenn das PD-Substrat 31 zugleich als Indexgitter 22 dient.

[0044] Wie aus dem Voranstehenden ersichtlich, wird gemäß der vorliegenden Erfindung jedes Lichtempfangselement in einer Anordnung aus Lichtempfangselementen durch Vergraben von Halbleiterschichten in einem Graben hergestellt, der in einer Isolierschicht auf einem Substrat ausgebildet wird. Daher sind benachbarte Lichtempfangselemente der Anordnung zuverlässig voneinander isoliert. Demzufolge kann eine Anordnung von Lichtempfangselementen geschaffen werden, die nicht an Kurzschlußfehlern leidet, ausgezeichnete Elementeigenschaften aufweist und ein feines Raster und eine hohe Ausbeute besitzt.

[0045] Nachdem Ausführungsformen entsprechend der Erfindung beschrieben wurden, ergeben sich für Fachleute andere Ausführungsformen und Variationen im Rahmen der Erfindung. Daher sollte die Erfindung nicht als die offenbarten Ausführungsformen beschränkt angesehen werden, sondern vielmehr als lediglich durch den Geist und den Rahmen der anhängenden Ansprüche begrenzt.

Patentansprüche

1. Lichtempfangsanordnung, umfassend:
ein Substrat,
eine auf dem Substrat ausgebildete Isolierschicht, die eine Mehrzahl von darin ausgebildeten Gräben zum Vergraben von Elementen aufweist,
eine Mehrzahl von Lichtempfangselementen, die aus Halbleiterschichten gebildet sind, die in jedem der Gräben der Isolierschicht vergraben sind, und
eine Ausgangssignalleitung, die auf der Mehrzahl der Lichtempfangselemente unter Zwischenlage eines Zwischenschichtisolators ausgebildet ist.
2. Lichtempfangsanordnung nach Anspruch 1, bei dem das Substrat ein transparentes Substrat ist und die Anordnung ferner eine transparente Elektrode aufweist, die zwischen dem transparenten Substrat und der Isolierschicht ausgebildet ist und als eine untere Elektrode gemeinsam für die Mehrzahl der Lichtempfangselemente dient, wobei die Rückseite des Substrats für den Empfang von Licht verwendet wird.
3. Lichtempfangsanordnung nach Anspruch 1, bei der die Mehrzahl der Lichtempfangselemente obere Elek-

troden aufweist, die jeweils aus einer transparenten Elektrode bestehen, und bei der die oberen Elektroden dazu eingesetzt werden, Licht von oben zu empfangen.

4. Lichtempfangsanordnung nach Anspruch 3, bei der die Mehrzahl von Lichtempfangselementen obere Elektroden aufweist, die mit dem jeweiligen Graben selbst ausgerichtet und in ihm vergraben sind.

5. Lichtempfangsanordnung nach Anspruch 1, bei der die Mehrzahl von Lichtempfangselementen eine Mehrzahl von Fotodioden umfaßt.

10 6. Lichtempfangsanordnung nach Anspruch 5, bei der die Mehrzahl von Fotodioden eine p-leitende Schicht und eine n-leitende Schicht aufweist, wobei die p-leitende Schicht kontinuierlich auf einer unteren Elektrode ausgebildet ist, die kontinuierlich über dem Substrat ausgebildet ist, und die n-Schicht im jeweiligen Graben vergraben und ausgebildet ist.

15 7. Optischer Encoder umfassend:
eine Skala mit darauf längs einer Meßachse ausgebildeten optischen Gittern, und
einen Sensorkopf, der eine Lichtempfangsanordnung zum Erfassen von Verschiebungen der Skala zur Lieferung einer Vielzahl von Verschiebungssignalen mit unterschiedlichen Phasen enthält, wobei die Lichtempfangsanordnung aufweist:

20 ein Substrat,
eine auf dem Substrat ausgebildete Isolierschicht, die eine Mehrzahl von darin ausgebildeten Gräben zum Vergraben von Elementen aufweist,
eine Mehrzahl von Lichtempfangselementen, die aus Halbleiterschichten gebildet sind, die in jedem der Gräben der Isolierschicht vergraben sind, und
eine Ausgangssignalleitung, die auf der Mehrzahl der Lichtempfangselemente unter Zwischenlage eines Zwischenschichtisolators ausgebildet ist.

30 8. Optischer Encoder nach Anspruch 7, bei dem das Substrat ein transparentes Substrat ist und die untere Elektrode eine transparente Elektrode, und bei dem die Rückfläche des Substrats in der Lichtempfangsanordnung zum Empfang von dort hindurchgehendem Licht verwendet wird.

40 9. Optischer Encoder nach Anspruch 7, bei dem die obere Elektrode eine transparente Elektrode ist, und bei dem die obere Elektrode in der Lichtempfangsanordnung zum Empfang von dort hindurchgehendem Licht eingesetzt wird.

45 10. Verfahren der Herstellung einer Lichtempfangsanordnung, umfassend die Schritte:
Bereitstellen eines Substrats,
Ausbilden einer Isolierschicht auf dem Substrat,
Ausbilden einer Mehrzahl von Gräben in der Isolierschicht,
Ausbilden einer Mehrzahl von Lichtempfangselementen aus Halbleiterschichten, die in jedem der Gräben in der Isolierschicht vergraben werden, und
Ausbilden einer Ausgangssignalleitung auf der Mehrzahl der Lichtempfangselemente unter Zwischenlage eines Zwischenschichtisolators.

50 11. Verfahren nach Anspruch 10, ferner umfassend den Schritt der Ausbildung einer unteren Elektrode gemeinsam für die Mehrzahl der Lichtempfangselemente vor Ausbilden der Isolierschicht auf dem Substrat.

60 12. Verfahren nach Anspruch 10, ferner umfassend die Schritte:
Ausbilden einer unteren Elektrode gemeinsam für die Mehrzahl der Lichtempfangselemente, und
Ausbilden einer p-leitenden Halbleiterschicht als einer

65

Anodenschicht gemeinsam für die Mehrzahl von Lichtempfangselementen auf der unteren Elektrode vor Ausbilden der Isolierschicht auf dem Substrat.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der Schritt des Ausbildens der Mehrzahl von Lichtempfangselementen das aufeinanderfolgende Vergraben einer i-leitenden Halbleiterschicht und einer n-leitenden Halbleiterschicht in den Gräben umfaßt.

14. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der Schritt des Ausbildens der Mehrzahl von Lichtempfangselementen das aufeinanderfolgende Vergraben einer i-leitenden Halbleiterschicht, einer n-leitenden Halbleiterschicht und einer oberen Elektrode in den Gräben umfaßt.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

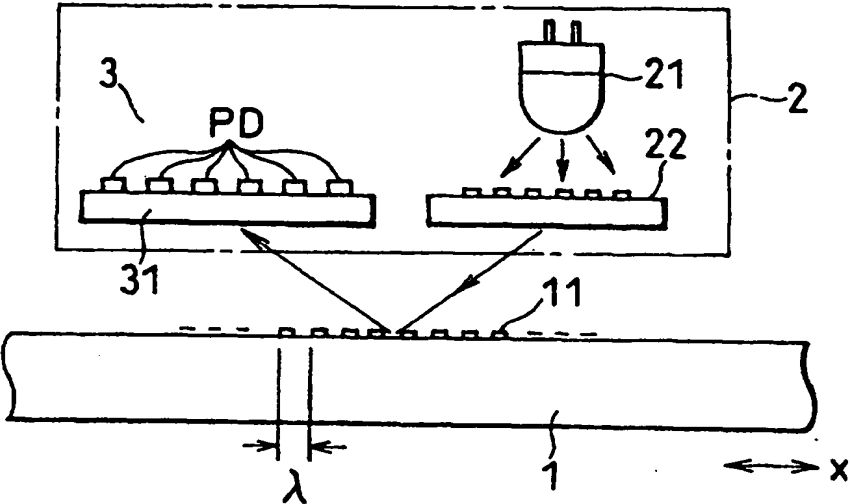


FIG. 2

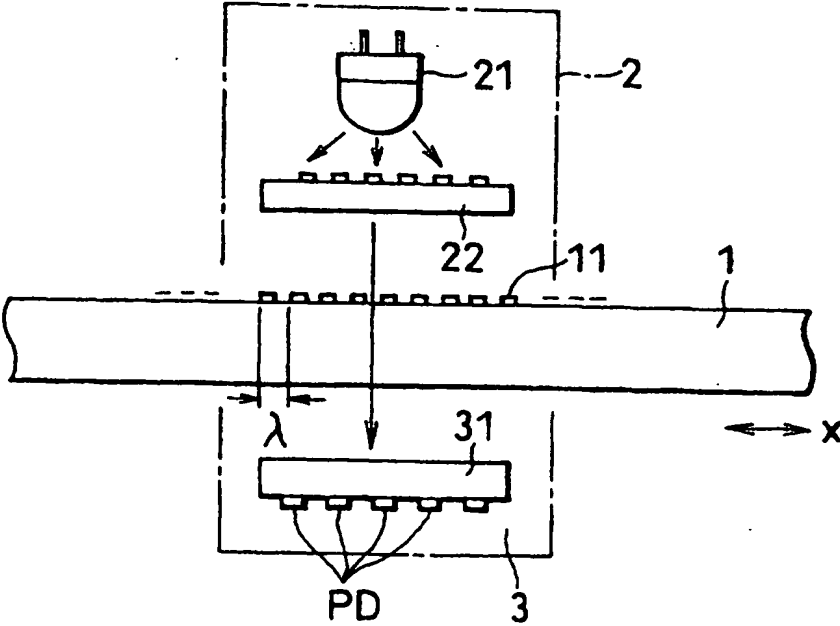


FIG. 3A

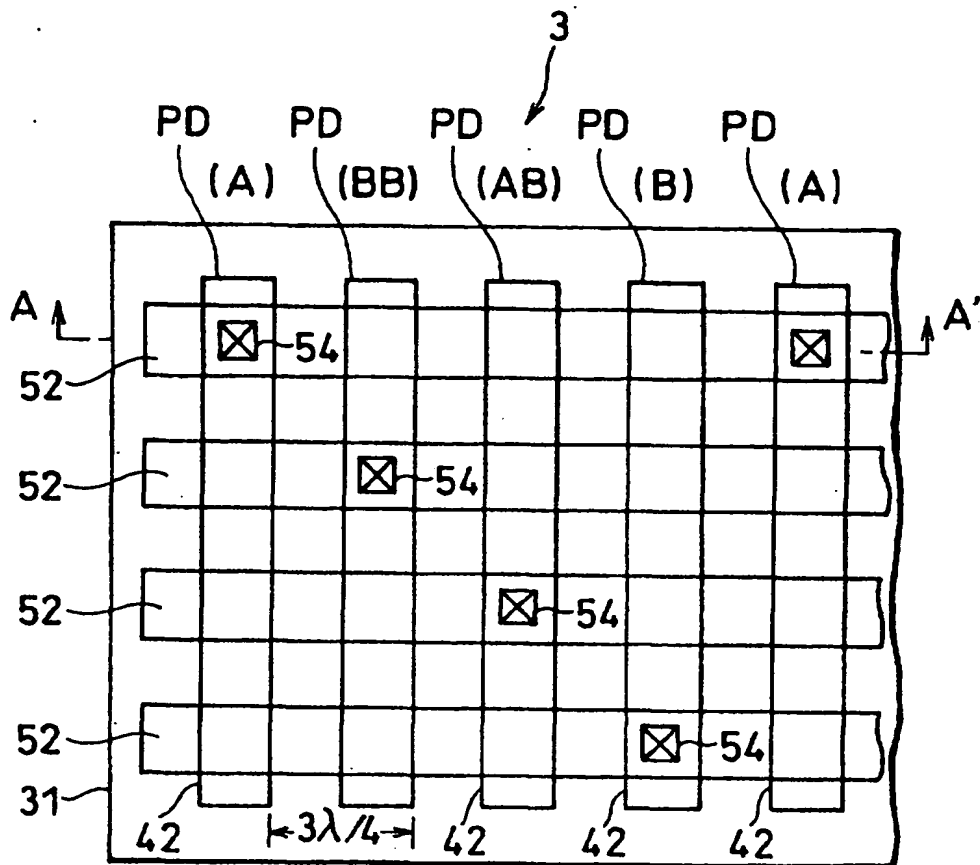


FIG. 3B

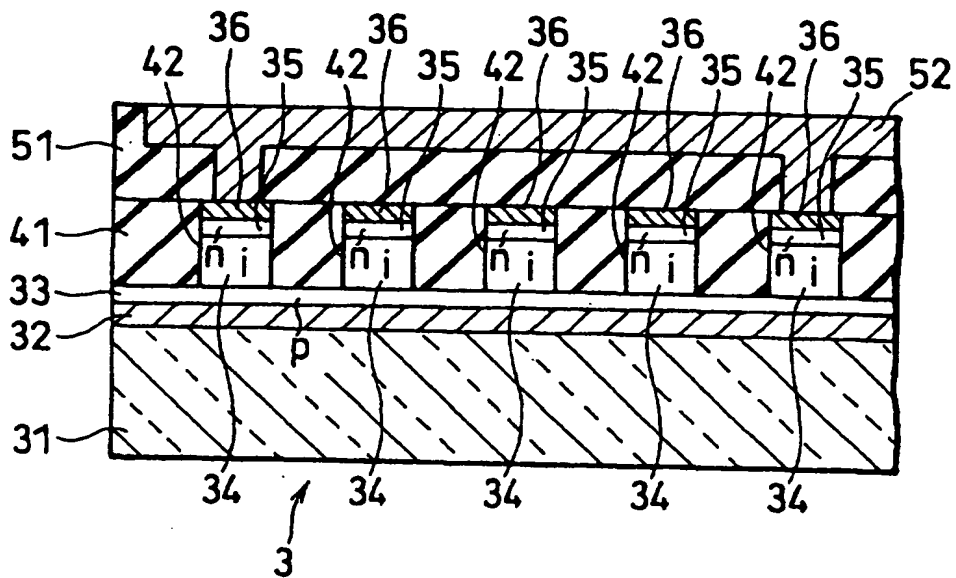


FIG. 4

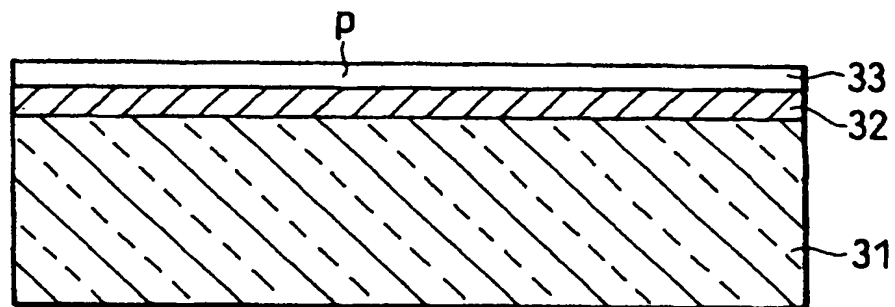


FIG. 5

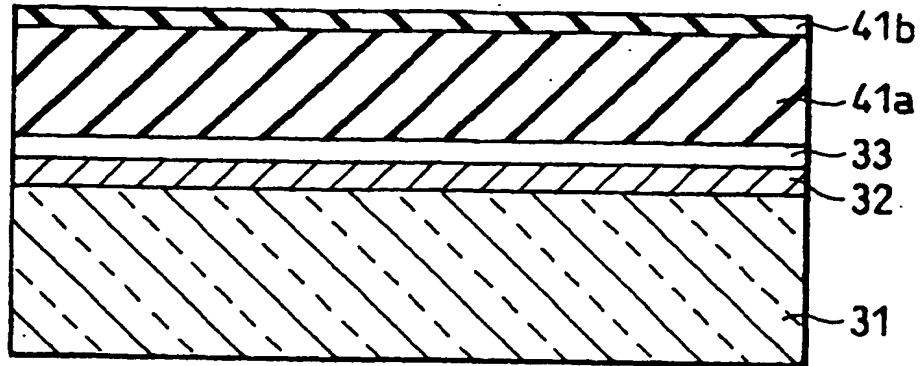


FIG. 6

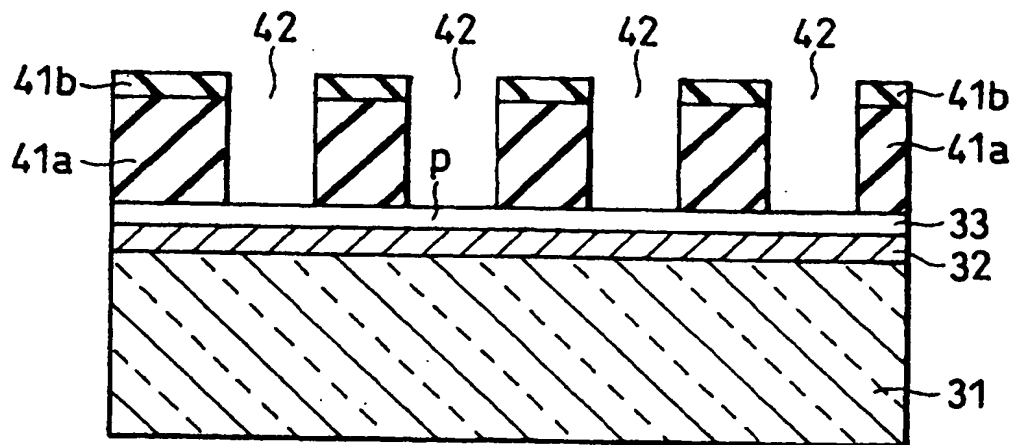


FIG. 11

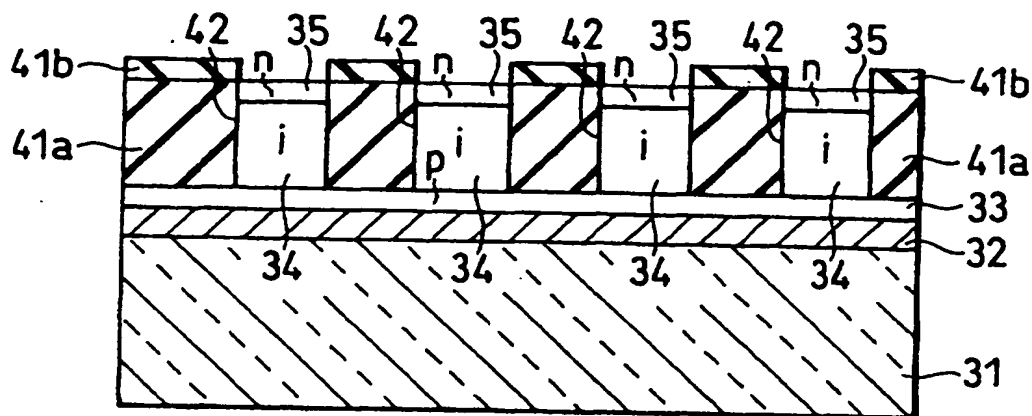


FIG. 12

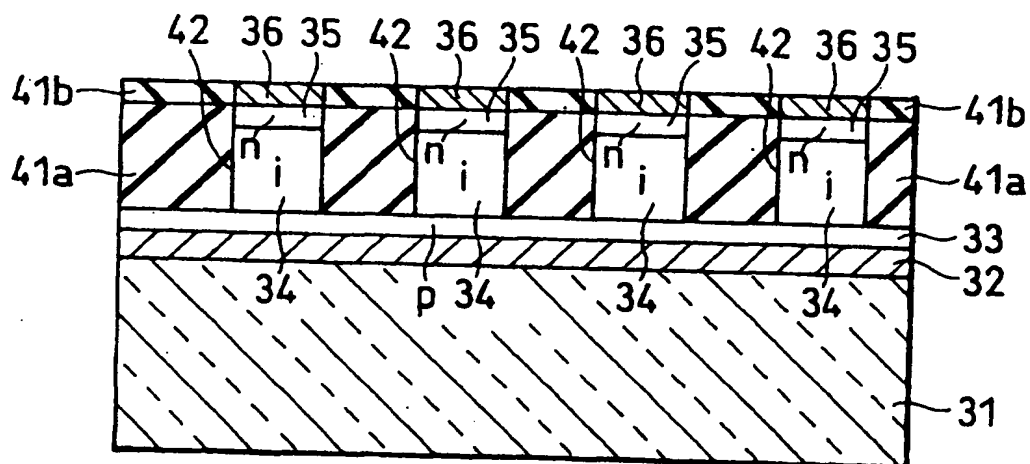


FIG. 13

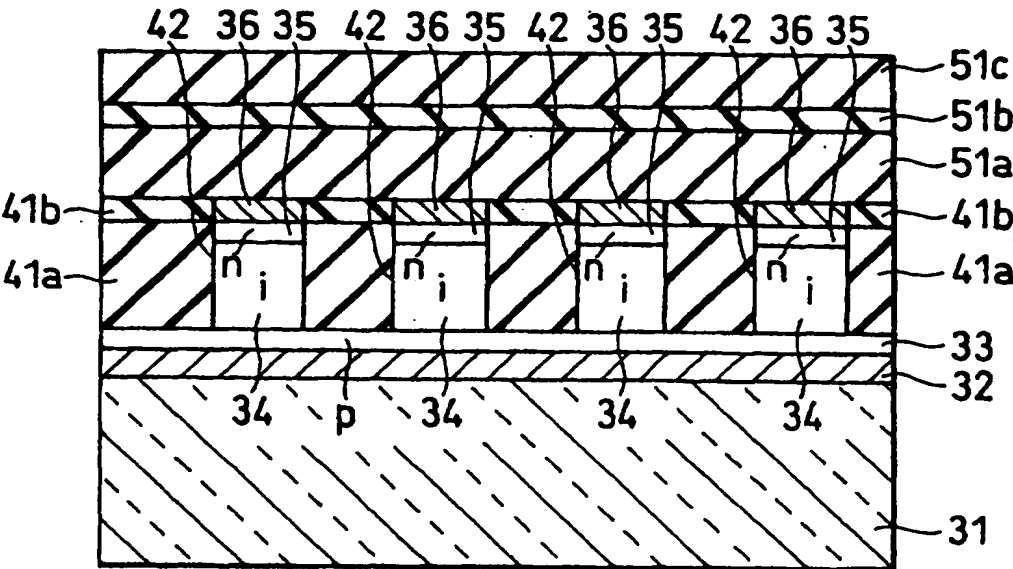


FIG. 14

